Beiträge
zur Entwickelungsgeschichte der Gehörknöchelchen.

INAUGURAL-DISSERTATION

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

AM 27. OCTOBER 1893

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTEIDIGEN WIRD

BIBLIOTHEEK RIJKS UNIV. LEIDEN

DER VERFASSER

Marcus Zondek
aus Wronke i. P.

OPPONENTEN: Herr Dr. med. Stein.
„ Dr. med. Krakauer.
„ cand. med. Jablonowski.

BERLIN
C. VOGT'S BUCHDRUCKEREI (E. EBERING).
Linkstrasse 16.

Meinen Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535707_0123

Ueber wenige Fragen in der Entwickelungsgeschichte der Wirbeltiere haben die Ansichten so vielfach geschwankt und gewechselt, wie über die Entstehung der Gehörknöchelchen. In den ältesten embryologischen Forschungen waren die Gehörknöchelchen Gegenstand eingehender Untersuchungen, ihre eigentümliche Form, der Beginn der Verknöcherung wurden mehr oder weniger richtig erkannt und beschrieben, indes die Frage, woher diese Gebilde ihren Ursprung nehmen, konnte auch nicht annähernd richtig gelöst werden, da die Embryologie noch im Entstehen begriffen war und man diejenigen Gebilde nicht kannte, auf die es bei der Frage nach Entstehung der Gehörknöchelchen wesentlich ankommt, ich meine den Kiemenapparat im embryonalen Leben der Säugetiere. Erst nachdem Meckel im Jahre 1820 den Knorpelfortsatz entdeckt hatte, der vom Unterkiefer aus sich in den Hammerkopf fortsetzt und nach ihm der Meckelsche Knorpel genannt wird, nachdem Rathke, Huschke, v. Baër, Burdach den Kiemenapparat an Säugetier- und menschlichen Embryonen nachgewiesen, wurde die Untersuchungsmethode in dieser Frage in die richtige Bahn gelenkt. Die Aufmerksamkeit der Anatomen richtete sich auf etwaige genetische Beziehungen der Gehörknöchelchen zum Kiemenapparat, und schon Huschke war vorzüglich durch vergleichend anatomische Forschungen zu dem Ergebnis gelangt: „Man muss ferner

nicht denken, dass alle Kiemenbogen zusammen schmelzen und die Kette der Gehörknöchelchen bilden; soviel ich aus meinen Beobachtungen schliessen kann, thun es blos die zwei vorderen. Der erste bildet den Hammer, der zweite den Amboss, beide aber fliessen oben zusammen in einem Stücke, dem Steigbügel."

Rathke tritt dieser Ansicht entgegen. Er hatte selbst bei Säugetier- und menschlichen Embryonen den Kiemenapparat nachgewiesen, trotzdem vermag er in seinen darauf hin angestellten Untersuchungen an einer grösseren Reihe von Schaf-Embryonen die Gehörknöchelchen nicht von den Kiemenbögen herzuleiten. Er findet in der Paukenhöhle eine dreieckige Warze vor, die mit dem einen Rand der Kammerwand angrenzt, mit den andern beiden frei in die Höhle hineinragt; aus dieser werde der Hammer und Amboss gebildet. Der Stapes entstehe später aus einer knopfförmigen Bildungsmasse, die in einer Nische der Labyrinthwand, dem späteren foramen ovale, gelegen, nicht aus der hinteren Wand der Paukenhöhle hervorwachse, sondern wahrscheinlich eine Wucherung des Labyrinthes sei.

Bewiesen und gewissermassen begründet wurde die Lehre von dem genetischen Zusammenhang der Gehörknöchelchen und Kiemenbogen durch Reichert, der in der klassischen Arbeit: „Ueber die Visceralbogen der Wirbeltiere etc." zu Resultaten gelangte, die auch bis heute wenig geändert worden sind. Darnach entsteht der Hammer und Amboss aus dem proximalen Ende des 1. Kiemenbogens, und „was den durch seine Form so ausgezeichneten Steigbügel betrifft, so hat er nicht, wie H. Rathke und G. Valentin angeben, einen verschiedenen, sondern einen gleichartigen Ursprung mit Hammer und Amboss. Er entwickelt sich nicht aus dem Labyrinth, sondern aus dem oberen Ende des knorpeligen Visceralstreifens im zweiten Visceralbogen". Valentin hatte sich nämlich der Rathkeschen Lehre über die Herkunft der Gehörknöchelchen angeschlossen, nach dem Erscheinen der überaus eingehenden und klaren Arbeit Reicherts ändert er seine Ansicht „Untersucht man die Paukenhöhle eines drei- bis vier-

monatlichen menschlichen Embryos, so findet man, dass ein eigentümlicher Knorpelstab, der Meckelsche Fortsatz an dem Hammerkopf entspringt. . . . Das äusserste Ende desselben verschmilzt dann mit dem Schädel, ein mittleres Stück liefert die Grundlage für den Steigbügel und den langen Fortsatz des Ambosses, dessen kurzer Fortsatz mit dem zweiten Visceralstreifen zusammenhängt. Die übrige Masse geht dann in Hammer und Meckelschen Fortsatz über."

Auch nach Günthers Untersuchungen an Schaf-Embryonen entstehen alle 3 Gehörknöchelchen aus dem 1. Kiemenbogen. Die dreieckig geformte Warze, aus der sich Hammer und Amboss entwickeln, findet er im Gegensatz zu den Angaben Rathkes in kontinuierlichem Zusammenhang mit dem Meckelchen Knorpel. Der Stapes liegt wie versteckt in einem Grübchen der Labyrinthwand. Um dasselbe frei zu legen, müsse man erst den Mandibularbogen abpräpieren, und daher komme es, dass man den Stapes leicht von dem Mandibularbogen abreisse.

Wenn nun auch über die Entstehung des Stapes unter den Autoren keine Einigung erzielt war, darüber schien kein Zweifel zu bestehen, dass die Gehörknöchelchen in ihrer Entwickelung von den Kiemenbögen herzuleiten sind. Diese Anschauung beherrschte die nächsten zwei Jahrzehnte, und erst im Jahre 1862 nehmen Magitot und Robin nur für den Hammer die Entwickelung aus dem 1. Kiemenbogen an, während sie Amboss und Steigbügel sich selbständig aus dem myxomatösen Gewebe der späteren Paukenhöhle entstehen lassen. Damit war aber auch der Anfang gegeben, die durch die vorzüglichen Arbeiten Reicherts und Günthers gestützten Lehren von der Herkunft der Gehörknöchelchen aus den Kiemenbögen anzuzweifeln, und bald darauf trat kein geringerer Forscher als Huxley für den labyrinthären Ursprung des Stapes ein. Der Hammer entwickelt sich nach diesem Autor aus dem 1. Kiemenbogen, aus dem zweiten der Amboss. Zu demselben Resultate gelangt auch Parker nach Untersuchungen

an einer grösseren Reihe von Schwein-Embryonen. Das jüngste von ihm untersuchte Stadium, in dem er der Entwickelung des Ambosses Erwähnung thut, ist ein 1 Zoll langer Schwein-Embryo: „die Spitze des Mandibularbogens gestaltet sich zu den Theilen des Hammers um, ohne dass irgend welche Abgliederung stattfände, während der Hyoidbogen, indem er sich nach vorn krümmt und mit dem Hammer in Gelenkverbindung tritt, den Amboss entstehen lässt, welcher überdies mit dem aus dem Gewebe der Ohrkapsel entstandenen Stapes in nähere Beziehung kommt.“ Während Magitot und Robin für Amboss und Stapes, Huxley und Parker nur für den Stapes eine von den Kiemenbögen unabhängige Entstehungsweise annehmen, kommt Gruber nach Untersuchungen an Mäuse-, Kaninchen-, Meerschweinchen- und menschlichen Embryonen zu dem Ergebnis, dass alle drei Gehörknöchelchen sich nicht aus den Kiemenbögen, sondern aus der Labyrinthwand entwickeln.

Loewe und Rüdinger schliessen sich auf der Münchener Naturforscher-Versammlung dieser Ansicht an.

Indes schon einige Jahre vorher hatte Semmer die alte Reichertsche Lehre wieder aufgenommen, wenn er sich auch über den Ursprung des Stapes einer bestimmten Angabe enthält; abgesehen von Fraser, der unter Parker arbeitete und wie dieser den Amboss vom Hyoidbogen ableitete, stimmen alle Autoren darin überein, den Hammer und Amboss aus dem 1. Kiemenbogen abzuleiten, über die Herkunft des Steigbügels jedoch weichen die Ansichten noch sehr von einander ab.

Koellicker entscheidet sich weder für einen visceralen noch labyrinthären Ursprung des Stapes; er habe niemals derartige Stadien untersucht, die ihm eine Entscheidung in dieser Frage ermöglicht hätten. Fraser und Salenski erklären sich für eine vollkommen unabhängige Entstehungsweise des Stapes. Salenski macht zuerst auf einen kleinen Ast der a. carotis aufmerksam, die er a. mandibularis nennt; um dieselbe lagert sich eine koncentrische Zellengruppe, aus der sich späterhin der Stapes entwickelt. Dieser Befund wird von allen späteren Autoren bestätigt.

v. Noorden hält eine doppelte Entstehungsweise des Steigbügels aus dem Hyoidbogen sowohl wie aus der Labyrinthwand für wahrscheinlich. Gradenigo sucht dies an einer grösseren Untersuchungsreihe von Säugetieren zu beweisen. Auf die Untersuchungen von Urbantschisch, Baumgarten, Dreyfuss werde ich im Verlauf der Arbeit näher eingehen.

Nach meinen Untersuchungen entstehen Hammer und Amboss aus dem 1. Kiemenbogen, doch ist meines Erachtens der Beweis hierfür von einigen Autoren (Urbantschisch und Gradenigo) nicht richtig erbracht worden. Ihre Angaben über die Entstehung des H. A. Gelenks stimmen nicht mit meinen Befunden überein. Was die Entstehungsweise des Stapes betrifft, glaube ich dessen Herkunft von dem in Bildungsmasse angelegten Hyoidbogen mit Sicherheit nachweisen zu können. Der labyrinthäre Ursprung der lamina stapedialis ist dagegen zweifelhaft. Der Versuch, dies nachzuweisen, ist bisher nicht gelungen. Es wird meine Aufgabe sein, dies näher zu begründen.

In der richtigen Erkenntnis der vorliegenden Verhältnisse unterstützte mich wesentlich die Betrachtung des Modells, das ich durch Rekonstruktion des Gehörorgans eines menschlichen Embryos von 7 cm gewonnen habe. Die Lage der Gehörknöchelchen zu einander wie zu der Labyrinthwand ist daran genau zu erkennen. In folgendem sollen auch die topographischen Verhältnisse dieser Gebilde genau nach dem Modell beschrieben werden.

Meine Untersuchungen wurden an 4 Embryonen angestellt, an 2 Kaninchen-Embryonen aus dem 2. anatomischen Institut, die der Herr Prof. Hertwig die Güte hatte, mir in fertigen Serienreihen zur Ansicht zu überlassen, und 2 menschlichen Embryonen. Der eine von diesen, der erst nach der Einbettung gemessen wurde, dessen St. Sch. L. $3^1/_2$ cm betrug, wurde in Pikrinsäure Sublimat und Alkohol in bekannter Weise gehärtet, mit Borax-Carmin in toto durchgefärbt und in eine frontale Schnitt-Serie zerlegt. Die Knorpel wurden durch Nachfärbung

mit Bismarck-Braun kenntlich gemacht. Der 2. menschliche Embryo von 7 cm St. Sch. L. war, ehe er mir übergeben wurde, etwa 2 Monate in Müllerscher Flüssigkeit gelegen. Der Kopf desselben wurde zunächst 2 Tage lang im Dunkeln durchspült, in Alkohol gehärtet und nach Einbettung in Paraffin mittels des Beckerschen Mikrotoms in eine frontale Schnitt-Reihe von je 50 μ Dicke zerlegt. Eine 2 Tage lang währende Färbung des ganzen Kopfes hatte sich bei der Grösse des Objectes als unvollkommen erwiesen und machte eine zweite Durchfärbung der einzelnen Schnitte mit Borax-Carmin und zur Färbung des Knorpels mit Vesuvin notwendig. Die Belegknochen waren bereits durch die Chromsäure der Müllerschen Flüssigkeit kenntlich gemacht. Wenn auch beim ersten Anblick die gefüllten Gefässe eine den Belegknochen sehr ähnliche, gelblich grüne Färbung darboten, so war doch die Unterscheidung nicht allein bei starker Vergrösserung durch die histiologische Beschaffenheit, sondern auch bei schwacher Vergrösserung durch die dunkle, mehr ins Braune übergehende Farbe ohne Schwierigkeit zu erkennen. Die Skelettanlage jedes 4. Schnittes wurde darauf in 10 facher Vergrösserung auf Pappe gezeichnet, mittels der Laubsäge ausgesägt [1]) und dann modelliert.

Ehe wir an die Befunde unserer Untersuchungen gehen, werden wir uns zweckmässig erst darüber Klarheit zu verschaffen suchen, wie das Gewebe, aus dem sich die Gehörknöchelchen entwickeln, in seinen verschiedenen Stadien zu bezeichnen ist.

Wenn das heutige Primordial-Cranium knorpelig wird, treten in den häutigen Kiemenbogen Knorpelstreifen auf, die die späteren knorpeligen Visceralbogen bilden. Diese lassen sich bereits in einer frühen embryonalen Anlage

[1]) Das Aussägen ist eine sehr anstrengende und bei der Zartheit der einzelnen Knorpelspangen überaus schwierige Arbeit, deren Ausführung sicherlich nicht so gut gelungen wäre, wenn ich sie nicht der geschickten und geübten Hand des Präparators im II. anatom. Inst. Herrn Kühne überlassen hätte.

erkennen, bevor sie sich in Knorpel umgewandelt haben. Sie bestehen aus kleinen, runden dicht an einander liegenden Zellen, die sich ganz besonders durch starke Färbung der grossen Kerne von der Umgebung abheben. Sie sind die ersten Anlagen der späteren knorpeligen Visceralbogen, wie man aus dem Vergleich mit älteren Stadien erkennen kann. Man könnte das so charakterisierte Gewebe „Vorknorpel" nennen, wenn sich daraus lediglich Knorpel entwickelt. Indes bildet sich daraus nicht allein Knorpel, sondern auch Bandmasse entsteht daraus, wie bei der Wirbelbildung die Intervertebralbänder. Anderseits sind andere Organe in den ersten Entwickelungsstadien ebenso angelegt, wie die oben beschriebenen Zellenstreifen, und es wird schwerlich gelingen, wie bereits Gradenigo betont, abgesehen von den topographischen Verhältnissen das Gewebe dieser Visceralstreifen von der ersten Anlage eines Nerven-Ganglion zu unterscheiden. Giebt man also zu, dass sich auch andere Gebilde aus derartigen Zellengruppen entwickeln können, so lässt sich der Begriff „Vorknorpel" nicht aufrecht erhalten. Auch die ersten Anlagen der Gehörknöchelchen differenzieren sich von der Umgebung durch dicht aneinander liegende intensiv gefärbte kleine Zellen. Wenn sich auch aus diesen fast ausschliesslich Knorpel entwickelt, so ist es doch aus den angeführten Gründen nicht zweckmässig, diese Zellengruppen mit „Vorknorpel" zu bezeichnen. Der von Rabl gewählte Ausdruck „Chondroblastem" und die von Gradenigo angewandte Bezeichnung „vorknorpelige Anlage" werden darum zweckmässig durch andere Namen zu ersetzen sein. Dreyfuss ist vorsichtiger; er nennt die charakterisierten Zellengruppen Blastem. Meines Erachtens ist der bereits von Rathke gebrauchte deutsche Ausdruck „Bildungsmasse" recht passend. Bildungsmasse nenne ich eine Zellengruppe, aus der sich jedes Gewebe bilden kann, die sich aber durch dichtes Aneinanderliegen wie intensive Färbung der Zellen als ein in Umbildung begriffenes Gewebe von der Umgebung differenziert. Bei der weiteren Entwickelung wird das intercellulare Gewebe immer spärlicher, bis dasselbe schliesslich vollkommen geschwunden zu sein scheint. Ob

man nun schlechthin, wie Dreyfuss, behaupten kann, dass sich in diesem Stadium „Intercellularsubstanz absolut nicht findet", will ich vorläufig dahin gestellt sein lassen. Anscheinend ist bei starker Vergrösserung und einfacher Färbung davon nichts zu sehen.

Das Stadium nun, das ohne Rücksicht auf die topographischen Verhältnisse als Vorläufer des Knorpels mit Sicherheit zu erkennen ist, will ich „Vorknorpel" nennen. Es ist mehr charakterisiert durch Wachstum der Zellen als durch Ausscheidung einer intercellularen Grundsubstanz, die Zellmembranen treten schärfer hervor, und bei der intensiv roten Färbung erhält das Gewebe das charakteristische Aussehen.

Auch der Ausdruck „unreifer Knorpel" ist meines Erachtens für dieses Stadium sehr bezeichnend, im Gegensatz zum „reifen embryonalen Knorpel", oder „Jungknorpel", in welchen die Intercellular-Substanz bedeutend vermehrt und das ganze Gewebe die eigentümliche chemische Umwandlung erfahren hat, die sich in intensiver Braun-Gelbfärbung durch Vesuvin zu erkennen giebt.

Kaninchen-Embryo von 1,2 cm St. Sch. L. Der Kopf dieses Embryo ist in eine frontale Schnitt-Serie zerlegt. Die Kopfbeuge ist deutlich ausgeprägt. Die Kiemenspalten sind z. T. geschlossen. Das äussere Blatt der sekundären Augenblase ist pigmentiert. Die Nasenwandungen sind in Bildungsmasse angelegt. Zu beiden Seiten der noch etwas weiter entwickelten Nasenscheidewand sind die Jacobsonschen Organe schön zu sehen. Mund- und Nasenhöhlen hängen durch die engen Gaumenspalten zusammen.

Neben der ersten Anlage des späteren Keilbeinkörpers liegen die mächtig entwickelten Ggl. Gasseri. Das Labyrinth ist von einer indifferenten Zellenschicht umgeben, die nur unten an der medialen Seite den Charakter von Bildungsmasse zeigt.

Der Atlas ist vorknorplig angelegt; die Hyoidbogen-Anlage besteht aus Bildungsmasse, während das Gewebe, aus dem sich der Mandibularbogen entwickelt, diejenige Struktur zeigt, die etwa in der Mitte zwischen beiden Entwickelungsstufen liegt. Es wird zweckmässig sein, auch

dieses Gewebe vorknorplig zu nennen, da die central gelegenen Zellen diesen Charakter angenommen haben, wenn auch die peripherischen Zellen intensiv rot gefärbt sind und dicht aneinander liegen.

Betrachten wir nun in folgendem die einzelnen Schnitte, so weit sie auf die Entwickelung der Gehörknöchelchen Bezug haben.

Objectträger 15, Schnitt 2. Die kleinen Keilbeinflügel sind in Bildungsmasse angelegt. Durch das foramen opticum zieht der Sehnerv, der auf der rechten Seite seiner ganzen Länge nach getroffen ist. An einem Nerven-Querschnitte, einem Trigeminus - Ast, liegt der vorknorpelige Mandibularbogen, weiter unten und medial der Querschnitt der aus Bildungsmasse bestehenden Hyoidbogen-Anlage.

Objectträger 14, Schnitt 6. Der vorknorplige Mandibularbogen und die Bildungsmasse der Hyoidbogen-Anlage haben sich einander genähert. Diese liegt in der Höhe des äusseren Gehörganges, dicht neben dem Durchschnitt des n. facialis. Zwischen beiden Bogen-Anlagen liegt ein horizontaler Streifen Bildungsmasse, welcher sich in die obere Oeffnung des wie ein H geformten tubo-tympanaten Raumes einbuckelt. Auf der linken Seite desselben Schnittes, die etwas weiter nach hinten getroffen ist, als die rechte, geht die vorknorpelige Anlage des Mandibularbogens in diesen aus Bildungsmasse bestehenden Streifen über.

Schnitt 16 d. Objectt. 13. Auf der linken Seite dieses Schnittes berührt die Mitte der Labyrinthwand eine halbbogenförmig angelegte Gruppe intensiv rot gefärbter dicht aneinander liegender Zellen, mit der Konkavität nach unten, in der ein kleines Gefäss, die a. mandibularis, sichtbar wird. Die Zellen-Gruppe bedeutet die erste Anlage des Stapes. Die Bildungsmasse der Hyoidbogen-Anlage ist von dieser deutlich durch indifferentes Gewebe geschieden. Auf den nächst vorangehenden Schnitten wird die Verbindung zwischen Stapes- und Hyoidbogen-Anlage durch Bildungsmasse hergestellt, deren Zellen allerdings weniger intensiv gefärbt sind. Der Zusammenhang jedoch ist ein kontinuierlicher.

Auf Schnitt 11 des Objectt. 13 ist der untere Halbbogen der Bildungsmasse des Stapes-Rings getroffen, in dessen nach oben hin gerichteter Konkavität die a. stapedialis sich eine kleine Strecke weit verfolgen lässt. Der mediale Teil des Halbbogens liegt in der Labyrinthwand, ohne dass eine Grenze zwischen beiden zu erkennen wäre. Bei schwacher Vergrösserung hebt sich die Zellen-Gruppe der Stapes-Anlage von der Labyrinthwand durch etwas stärkere Färbung ab, bei starker Vergrösserung jedoch ist eine scharfe Trennung nicht möglich; der Uebergang ist ein allmählicher. Der laterale Teil des Halbbogens liegt dicht über dem Querschnitt des n. facialis.

Die Bildungsmasse der Hyoidbogen-Anlage grenzt dicht an diejenige des Mandibularbogens, beide jedoch sind von einander durch indifferentes Gewebe geschieden.

Kaninchen-Embryo von 1,5 St. Sch. L. in eine sagittale Schnitt-Reihe zerlegt.

Die Kopfbeuge deutlich vorhanden. Die Kiemenspalten sind fast ganz geschlossen. Ein sagittaler Durchschnitt durch die Mitte der Labyrinthblase hat ungefähr die Form eines Rechtecks. Die hintere Wand verläuft ziemlich parallel der Rückenwand; an der vorderen Wand verursacht die in ihrer ganzen Länge zu verfolgende v. jugularis eine kleine Einbuchtung. Die ziemlich scharfen Winkel sind auf den kleinen sagittalen Durchschnitten durch die Seiten der Labyrinthwandung stark abgerundet. Die Kapsel um die Gehörblase ist bereits in einer Schicht dicht an einander liegender bräunlich pigmentierter Zellen angedeutet, die nur an der oberen Hälfte der hinteren Wand sich nicht so deutlich von der ebenso gefärbten dicht anliegenden Zellenlage abheben, sondern nur durch die Richtung der Zellen eine Grenze erkennen lassen. Die Bogengänge sind gesondert sichtbar, in den Sacculus dringen die Nervenfasern aus dem dicht anliegenden Ganglion cochleare ein. Aus dem Pons zieht ein Nervenfaserbündel in das mächtig angelegte Ganglion Gasseri und verlässt dasselbe in drei gesonderten Nervenästen. Zwischen Labyrinthwand und dem Ganglion Gasseri liegt auf Schnitt 8 des Objectt. 10 der Querschnitt des n. facialis. Die vena

jugularis ist in grosser Ausdehnung an der hinteren Seite der Labyrinthwandung getroffen und liegt zwischen dieser und der vorknorpeligen Anlage des Occipitale. Vor der Labyrinthkapsel liegt der tubo-tympanale Raum, vor dessen unterem Ende der in Bildungsmasse angelegte Hyoidbogen im Querschnitt getroffen ist. Eine weite Strecke nach unten und vorn von der vorderen Labyrinthwand liegt die vorknorpelige Anlage des Mandibularbogens, das Perichondrium gebildet von einer Schicht intensiv gefärbter spindelförmiger Zellen mit grossen Kernen.

Schnitt 11 des Objectträgers 9. Der Querschnitt der vorknorpeligen Anlage des Mandibularbogens hat sich nur wenig der Labyrinthwand genähert. Neben ihm sind Querschnitte von Nervenfasern sichtbar, Aesten aus dem Ganglion Gasseri. Auch die Hyoidbogen-Anlage hat nicht wesentlich ihre Lage zur Labyrinthwand verändert. Die v. jugul. ist dagegen hinten an der unteren Labyrinthwand sichtbar, und auch der n. facialis ist im Vergleich zum vorigen Schnitt nach unten gerückt. Zwischen Nerv und Vene buckelt sich die Labyrinthwand nach vorn vor, in der vornehmlich bei schwacher Vergrösserung etwas näher dem Facialis als der Vene zu eine kleine Zellengruppe sich durch intensive Färbung von der Umgebung abhebt. Besonders hervorzuheben ist, dass bei starker Vergrösserung auch hier, wie bei dem zuerst beschriebenen Embryo, keine scharfe Grenze nachweisbar ist.

Auf dem nächsten Schnitt überragt die beschriebene Zellengruppe die Labyrinthwand und zeigt die Form eines Halbbogens mit der Konkavität nach hinten, in welcher die a. mandibularis sichtbar ist.

Auf Schnitt 2 des Objectträgers 8 ist die an der Konvexität des Halbbogens gelegene Zellengruppe stark abgeplattet, und schon einen Schnitt weiter ist das obere Segment nicht mehr sichtbar; nach hinten und unten beginnt sich der Bogen wieder zu schliessen.

Schnitt 4 des Objectträgers 8. Der Halbbogen ist nach unten vollkommen geschlossen. Der Facialis ist kurz vor dieser Zellengruppe gelegen. Der Querschnitt der Mandibularbogen-Anlage hat sich der Labyrinthwand ge-

nähert. Dicht neben ihm liegt ein kräftiger Nerv, der sich bis zum Ganglion Gasseri verfolgen lässt, der n. alveolaris.

Während jedoch auf Schnitt 5 und 6 dieses Objectträgers eine scharfe Grenze zwischen dem in der Labyrinthwand gelegenen Teile der Stapes-Anlage und der Labyrinthwand selbst nicht zu erkennen ist, ist auf dem nächsten Schnitt dieses Segment der Stapes-Anlage nicht mehr getroffen. Zwischen Labyrinthwand und Stapes-Segment liegt hier eine trennende Schicht indifferenten Gewebes.

Schnitt 10 des Objectträgers 8. Hier ist noch ein kleiner Abschnitt des Stapes-Rings getroffen, durch den Facialis aber deutlich von der Labyrinthwand geschieden. Die Bildungsmasse der Hyoidbogen-Anlage liegt etwas weiter unten; zwischen ihr und dem Stapes-Segment indifferentes Gewebe.

Auf Schnitt 2 des Objectträgers 7 wird der Zusammenhang zwischen der Bildungsmasse des Stapes-Segments und der Hyoidbogen-Anlage durch einen zarten Zellenstrang hergestellt, der auf dem nächsten Schnitt desselben Objectträgers ebenso intensiv gefärbt ist und annähernd die gleiche Stärke erreicht hat.

Schnitt 6 des Objectträgers 7. Das proximale Ende der Mandibularbogen-Anlage löst sich in Bildungsmasse auf, die derjenigen der Hyoidbogen-Anlage dicht anliegt, ohne an dieselbe heranzureichen.

Menschlicher Embryo von $3^1/_2$ cm St. Sch. L. Der Kopf des Embryos ist in eine frontale Schnitt-Serie zerlegt. Die Knorpel sind gesättigt gelb gefärbt. Ihre Zellen sind gross, mit deutlichen Kapseln. Der ganze Knorpel wird von mehreren Schichten spindelförmiger Zellen begrenzt, die das Perichondrium darstellen. Die Nervenfasern sind blass gelblich gefärbt und deutlich zu erkennen. Die Belegknochen sind in Form von Lamellen angelegt, gewöhnlich in der Nähe eines Knorpels.

An den vertikal gelegenen knorpeligen Labyrinthkapseln liegt oben und innen eine Oeffnung, der porus acusticus int.; an der unteren Hälfte der lateralen Laby-

rinthwand ist die Stelle des ovalen und runden Fensters durch Bildungsmasse angelegt, beide getrennt durch eine Knorpelspange, wie überhaupt der ganze übrige Teil der Labyrinthkapsel reife Knorpel-Struktur zeigt. Hinten hängt die Labyrinthwand kontinuierlich mit dem Keilbeinkörper zusammen, die spätere Grenze ist nur durch winklige Einschnitte angedeutet. Der Meckelsche Knorpel bildet in der Höhe des oberen Drittels des Unterkiefers einen kleinen Bogen nach aussen und hinten, mit seinem proximalen Ende macht er eine ziemlich rechtwinklige Beugung nach hinten und aussen und geht kontinuierlich in den Hammer über. Histiologisch ist eine deutliche Grenze zwischen Hammer und Mandibularbogen nicht nachzuweisen, beide bestehen aus reifem, embryonalen Knorpel, und auch der Reichertsche Knorpel zeigt dieselbe histiologische Beschaffenheit. Lateralwärts grenzt an den Hammer der stark vorspringende vordere Gelenkfortsatz des Ambosses, während der mediane noch nicht angelegt ist. An dem S förmig gekrümmten Hammer kann man Kopf, Hals und Handgriff erkennen, je nachdem diese Teile über, vor oder unter der frontalen Gelenkfläche des Ambosses gelegen sind. Der processus folianus des Hammers ist noch nicht gebildet. Wenn auch in diesem Stadium die Gehörknöchelchen verhältnismässig sehr grosse Gebilde darstellen, und auch die wesentlichen Teile des Hammers von einander abzugrenzen sind, so haben sie doch noch nicht die dem ausgebildeten Zustande fast gleichende Form, wie die des später zu beschreibenden älteren Stadiums. Der Handgriff ist fast ebenso dick wie der Kopf des Hammers, und auch der Hals desselben ist nicht viel weniger stark entwickelt. Der Längsdurchmesser des Hammers bildet mit der Längsachse des Kopfes einen Winkel von ungefähr 45°. Der Amboss ist halbbogenförmig angelegt, mit der Konvexität nach oben. Sein Längsdurchmesser ist horizontal gerichtet; der stark entwickelte lange Fortsatz strebt parallel dem Manubrium der Labyrinthwand zu. Dicht an das Perichondrium der Labyrinthwand grenzt, ohne dass die Bildung des Sylvischen Knöchelchens nachweisbar wäre, der vordere Schenkel des Stapes, der nach innen und

oben verlaufend die hier häutig angelegte Labyrinthwand erreicht, in einem grossen Bogen nach hinten verläuft in derselben Ebene der hintere Schenkel, beide Schenkel-Enden gehen kontinuierlich in einem Knorpelstab über, die lamina stapedialis, die also sagittal der häutigen Labyrinthwand dicht anliegt.

Menschlicher Embryo von 7 cm St. Sch. L. Eine genaue Beschreibung dieses Embryos behalte ich mir für eine andere Arbeit vor, in der das ganze Kopf-Skelett desselben einer näheren Betrachtung unterzogen werden soll. Erwähnt sei nur, dass der Kopf 20 mm breit, vom Scheitelbein bis zum Ringknorpel 22 mm hoch und einen Längsdurchmesser von 20,5 mm hat. Die äussere Nase überragt beträchtlich die Gesichtsfläche. In dem knorpeligen Primordialcranium treten an vielen Stellen Verknöcherungen ein.

An einem so weit vorgeschrittenen Stadium lassen sich keine Untersuchungen über die Frage nach Entstehung der Gehörknöchelchen in Bezug auf die Kiemenbogen anstellen; was uns an diesem Embryo interessiert ist die Bildung des Hammer-Amboss-Gelenkes, vor allem aber das Lage-Verhältnis der Gehörknöchelchen zu einander wie zu der Labyrinthwand, das durch die Rekonstruktion sicher gestellt ist.

Betrachten wir das Modell:

Oben an der medialen Seite der knorpeligen Labyrinthwand wird der meat. audit. int. durch eine tiefe Grube gebildet, die durch eine von der vorderen Wand derselben hineinragende Knorpelspange in die beiden für n. facialis u. n. acusticus bestimmten Kanäle geschieden wird. In ziemlich rechtwinkligem Bogen verläuft er nach innen und unten am Stapes vorbei, um die Labyrinthwand dort zu verlassen, wo der proc. styloides entspringt. Das foramen styloideum wie der Fallopische Kanal sind noch nicht gebildet. Sie entstehen vielmehr später durch Anlagerung der als Belegknochen angelegten Schuppe des Felsenbeins. Diese stellt eine Knochenplatte dar, die oberhalb des abgerundeten Hammerkopfes von oben und innen nach

unten und aussen verläuft. Der Meckelsche Knorpel geht kontinuierlich in den Hammer-Kopf über.

Bemerkt sei nebenbei, dass die Grenze zwischen Hammerkopf und Meckelschen Knorpel auch mikroskopisch deutlich zu erkennen ist. Die Zellen im Meckelschen Knorpel sind intensiver gelb gefärbt, liegen dichter aneinander und bilden überhaupt ein kompakteres Gewebe, wie ja auch bei den Kaninchen-Embryonen der Mandibularbogen als Vorknorpel angelegt ist, während Hammer und Ambossanlage aus Bildungsmasse bestehen. Hinter dem Hammer liegt in einer Frontal-Ebene der Amboss und der Steigbügel.

Am schlank geformten Hammer kann man Kopf, Hals und Handgriff deutlich unterscheiden; der proc. brevis ist schwach entwickelt, nach vorn und abwärts erstrekt sich der proc. folianus, der als Belegknochen angelegt, noch nicht mit dem Hammer verschmolzen ist. Das unterhalb der frontalen Gelenkfläche des Ambosses gelegene manubrium des Hammers ist nach unten und median gerichtet und bildet mit der Sagittal-Ebene des Kopfes einen Winkel von ungef. 45°. Der Hals des Hammers liegt vor der frontalen Gelenkfläche des Ambosses, über dieselbe ragt der Hammerkopf hervor, Kopf und Hals liegen parallel der Labyrinthwand. Am Hammerkopf wiederum ist ein vorderer und hinterer Teil zu unterscheiden, je nachdem dieser vor oder hinter dieser Frontalebene des Hammer-Amboss-Gelenks gelegen ist. In einer Ausdehnung von 0,15 mm ragt die hintere Kuppe des Hammerkopfes in die horizontale Gelenkfläche des Ambosses hinein und grenzt dicht an die Labyrinthwand, durch eine dünne bindegewebige Schicht von derselben geschieden. Der doppelt so lange vordere Teil des Hammerkopfes artikuliert fast in seiner ganzen Länge mit dem mächtig vorspringenden lateralen Ambossfortsatz, während der mediale p. part. wie ein Sperrzahn wirkende Gelenkfortsatz nur 0,05 mm sich nach vorn erhebt und nur mit dem Hammer-Hals in Gelenk-Verbindung steht.

Der Amboss artikuliert also mit dem Hammer auf einer doppelten Gelenkfläche, auf einer kleineren horizontalen zwischen dem hinteren Teil des Hammerkopfes und der oberen Fläche des Ambosskörpers und auf einer vertikalen

nach vorne offenen muldenförmigen Gelenkfläche, deren hintere Wand von dem Körper des Ambosses und deren seitliche Wände von den beiden vorderen Gelenkfortsätzen des Ambosses gebildet werden.

Der Amboss hat ungefähr die Form eines zweiwurzligen Molarzahnes, dessen Wurzeln ziemlich senkrecht zu einander divergieren; die lateral gelegene, der proc. brevis, ist nach unten und aussen gerichtet; die mediale Wurzel, der proc. long. liegt parallel dem manubrium mallei, ist etwa $^2/_3$ so lang wie dieser und grenzt unmittelbar an den Steigbügel heran. Das os lenticulare ist noch nicht gebildet.

Der vordere, nur wenig gekrümmte Schenkel des Steigbügels strebt in senkrechter Richtung zum langen Ambossschenkel nach innen und oben der Labyrinthwand zu, während der hintere Schenkel in einem grossen Bogen nach unten und innen die Labyrinthwand in ziemlich gleicher Höhe wie der vordere erreicht. Die Fussenden der beiden Schenkel verbindet ein Knorpelstab, die lamina stapedialis. Diese liegt in sagittaler Ebene der Labyrinthwand an.

In den beiden oben beschriebenen Kaninchen-Embryonen sind die Gehörknöchelchen noch nicht knorpelig gebildet. Anhäufungen von dicht aneinander liegenden intensiv gefärbten Zellen stellen ihre ersten Anlagen dar. Der aus Bildungsmasse bestehende Streifen, aus dem sich Hammer und Amboss entwickeln, zeigt noch keine Spur einer späteren Trennung. An dem jüngeren menschlichen Embryo sind Hammer und Amboss knorpelig angelegt. Sie artikulieren mit einander, stellen aber an keiner Stelle einen kontinuierlichen Zusammenhang dar.

In diesem Punkte sind einige Autoren anderer Ansicht.

Salenski findet an der gemeinsamen knorpeligen Grundlage zwei Einschnitte, die die spätere Grenze zwischen Hammer und Amboss bedeuten. Am Amboss ist bereits ein Teil des corpus incudis und der processus longus deutlich zu erkennen. Eine vollkommen gelenkige Verbindung beider bereits knorpeligen Gehörknöchelchen ist also nicht vorhanden. — Es ist nicht zu verwundern, dass

Salenski dies nicht gesehen hat. Er präparierte die Gehörknöchelchen aus ihrem Zusammenhang heraus, und da ist es leicht möglich, die dicht an einander liegenden Gebilde für eine zusammenhängende Knorpelmasse zu halten.

Urbantschisch beobachtet an einer parallel der Längsachse des H. A. Gelenk seines 3 monatlichen menschlichen Embryos geführten Schnittreihe eine knorpelige Verschmelzung zwischen Hammer und Amboss, die sich ganz besonders auf die centralen Partieen beschränkt, während an der unteren und oberen Peripherie die Gelenkflächen deutlich hervortreten. In Figur 1 giebt er ein Bild, in dem das Gelenk nicht vollkommen durchgeführt ist; es ist zu bedauern, dass er nur diese Knorpel ohne die umgebenden Gebilde gezeichnet hat, die eine Orientierung leichter ermöglicht hätten. Bei einem 10 Wochen alten menschlichen Embryo findet er in noch grösserer Ausdehnung und zwar etwas mehr nach der oberen Gelenkfläche hin die knorpelige Verschmelzung zwischen Hammer und Amboss vor. In der Anmerkung erwähnt Urbantschisch noch den Befund an einem etwas über 4 cm langen Schwein-Embryo, an dem der „Hammer-Amboss-Körper noch eine allseitige knorpelige Verschmelzung aufwies.“ Auch bei 2 menschlichen Embryonen von 4 und $4^1/_2$ cm St. Sch. L. findet Gradenigo eine Kontinuität zwischen Hammer und Amboss-Knorpel vor. Bei einfacher Betrachtung sieht er zunächst nur eine Schicht länglicher Zellen, die die Verschmelzung der Perichondrien beider Knorpel bedeutet. Bei genauer Prüfung jedoch ist die Trennung zwischen beiden Knorpeln nicht vollständig vorhanden. „Es war in der That dem unteren und äusseren Teil des Gelenkes entsprechend eine Art aus Knorpelgewebe bestehende Brücke zu beobachten, welche den Hammer- und Amboss-Kopf direkt vereinigte. — An dieser Stelle liess die besondere Anordnung der Knorpelzellen nicht ein Mal die spätere Trennung der Gehörknöchelchen vorhersehen.“ Diesem Befunde steht das Ergebnis meiner Untersuchungen an dem oben beschriebenen $3^1/_2$ cm langen menschlichen Embryo

gegenüber. Ich habe alle Schnitte, in denen das Hammer-Amboss-Gelenk getroffen war, daraufhin eingehend geprüft; an keiner einzigen Stelle ist eine knorpelige Verschmelzung zwischen Hammer und Amboss nachweisbar vorhanden. Die blass rötlich gefärbte dichte Rund-Zellen-Schicht, die Zwischenscheibe, wie sie Henke und Reyher an den Extremitätenknochen nachgewiesen haben, trennt die obere Hälfte des Gelenks zwischen Hammerkopf und vorderen lateralen Gelenkfortsatz des Ambosses, während an der unteren Hälfte nur eine trennende Schicht mehrerer longitudinaler Zellenreihen vorhanden ist. In der frontalen Gelenkfläche zwischen Hammer- Hals und Amboss-Körper liegt eine dünne Schicht intensiv gefärbter kleiner Zellen, die das Perichondrium darstellen. Auch in dem zweiten oben beschriebenen menschlichen Embryo von 7 cm St. Sch. L., der also dem von Urbantschisch untersuchten 3 Monat alten nahe kommt, ist auf keinem Schnitte eine knorpelige Brücke zwischen Hammer und Amboss nachzuweisen. Das Gelenk zwischen beiden Knorpeln ist vollständig ausgebildet. An einigen Schnitten, besonders Schnitt 233, gewinnt man bei schwacher Vergrösserung den Eindruck, als wenn hier ein wirklicher knorpeliger Zusammenhang zwischen Hammer und Amboss bestehe, bei starker Vergrösserung aber kann man deutlich das beide Knorpel vollständig trennende Gelenk erkennen. Die scheinbare Verschmelzung ist nur dadurch bedingt, dass der Schnitt an der hier in Frage kommenden Stelle den Hammerkopf an der hintern unteren Wandschicht getroffen hat, die dicht der horizontalen Gelenkfläche des Ambosses anliegt. Die grossblasigen scharf kontourierten z. T. polygonalen Zellen mit intensiv rot gefärbten Kernen sind indes deutlich durch eine Schicht spindelförmiger Zellen von den kleineren mit blassrötlich gefärbten Kernen versehenen Zellen des Ambosskörpers getrennt, der an seiner vorderen Wand dicht hinter dem Perichondrium getroffen ist.

Dreyfuss hat selbst in frühen Stadien von Schaf-, Kaninchen- und Mäuse-Embryonen, die noch viel jünger waren als der von Urbantschisch untersuchte etwas über 3 cm lange Schwein-Embryo, zwischen Hammer und Am-

boss die Zwischenscheibe nachgewiesen. Diese wird um so kleiner, je grösser der Embryo wird, und schon bei einem 43 mm l. menschlichen Embryo sind Hammer und Amboss durch ein einfaches Gelenk getrennt.

Wir sehen also, dass man aus den Befunden so weit vorgeschrittener Stadien keinen Schluss auf die ursprüngliche Zugehörigkeit des Ambosses zum 1. Kiemenbogen ziehen darf, wie es Urbantschisch und Gradenigo thun, die aus der angeblich von ihnen gesehenen knorpeligen Verschmelzung des Hammers und Ambosses bei menschlichen Embryonen von 2.—4. Monat einen gemeinsamen Ursprung für beide Knorpel annehmen. Eine solche ist in so weit entwickeltem Zustande nicht vorhanden.

Schon Rathke hat die Ansicht von der gemeinsamen Entstehungsweise von Hammer und Amboss durch Untersuchungsbefunde an Schaf-Embryonen gestützt, in denen beide Gehörknöchelchen in Bildungsmasse angelegt waren. Wenn Huxley und Parker den Amboss von dem 2. Kiemenbogen ableiteten, so waren sie wesentlich durch die Ergebnisse der vergleichenden Anatomie zu dieser Ansicht gelangt, andererseits waren ihre Untersuchungs-Objecte bereits zu weit vorgeschrittene Stadien.

Abgesehen von den Ansichten dieser beiden Anatomen und derjenigen Frasers, der anscheinend unter dem Einfluss Parkers arbeitete und bezüglich der Entstehung des Ambosses zu demselben Resultate wie dieser gekommen war, ist die Herkunft des Ambosses aus dem 1. Kiemenbogen allgemein anerkannt; über den Ursprung des Stapes dagegen sind die Ansichten noch sehr verschieden.

Der Stapes entsteht nach Rathke und Valentin später als der Hammer und Amboss; richtiger wäre dies gewesen, wenn sie dies vom Stapes-Knorpel gesagt hätten. Haben wir ja doch in den zuerst von uns untersuchten Stadien die Stapes-Anlage ebenso deutlich, ja, ich möchte sagen, schärfer ausgeprägt vorgefunden als die Bildungsmasse der beiden anderen Gehörknöchelchen. Dass vielleicht die Bildungsmasse der Stapes-Anlage später knorplig wird als die von Hammer und Amboss, dafür spricht der Befund

Baumgartens an einem nur wenig jüngeren menschlichen Embryo, als der oben zunächst beschriebene.

Während Hammer und Amboss bereits charakteristische Knorpelstruktur zeigen, besteht die Stapes- und Hyoidbogen-Anlage aus dicht aneinander liegenden, kleinen intensiv rot gefärbten Zellen, also aus Bildungsmasse, aus welcher, wie wir gesehen, die Gehörknöchelchen bestehen, ehe sie knorplig geworden sind. Daraus kann man ohne Zweifel schliessen, dass der Stapes-Knorpel später entsteht, als der knorpelige Hammer und Amboss. Dagegen ist Baumgarten meines Erachtens wohl kaum berechtigt, darin einen Grund für einen gemeinschaftlichen Ursprung von Hammer und Amboss einerseits und Stapes und Hyoidbogen andererseits zu sehen. In den oben beschriebenen Kaninchen-Embryonen zeigt die Mandibularbogen-Anlage die Struktur von Vorknorpel, während Hyoidbogen- und Gehörknöchelchen-Anlage aus Bildungsmasse bestehen.

Bei einem von Dreyfuss untersuchten Kaninchen-Embryo von 16 Tagen besteht „der Kopf des Hammers aus jungknorpligem Gewebe, das allmählich nach unten in der Gegend des Hammerhalses in Vorknorpel und im Manubrium in Blastem übergeht; der Amboss ist vorknorpliger Struktur". Und in dem 2. oben beschriebenen menschlichen Embryo zeigt der Meckelsche Knorpel eine viel dichtere und kompaktere Struktur, als der Hammerkopf, in den er kontinuierlich übergeht.

Aus der histiologischen Struktur dürfen wir wohl einen Schluss auf das jeweilige Stadium des Gewebes in der Entwickelung zum reifen Knorpel ziehen, wir können sagen, die Amboss-Anlage besteht zu einer gewissen Zeit aus Bildungsmasse, während der Hammerkopf bereits knorplig geworden ist, in einem späteren Stadium sind Hammer und Amboss bereits Knorpel, während Stapes- und Hyoidbogen-Anlage noch die Struktur von Bildungsmasse zeigen. Wir können jedoch daraus ebenso wenig folgern, dass der Amboss nicht denselben Ursprung wie der Hammer hat, wie wir darin die ursprüngliche Verschiedenheit von Hammer, Amboss und Mandibularbogen

einerseits und des Stapes und Hyoidbogen anderseits erkennen können.

Diese Verschiedenheit besteht jedoch und lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit aus einer in jüngster Zeit von Rabl nachgewiesenen Thatsache annehmen. Er hat zuerst gezeigt, dass der n. facialis der Nerv des 2. Schlundbogens ist, während der trigeminus dem 1. Kiemenbogen angehört. Der m. stapedius wird ebenso wie der m. stylohyoideus und der hintere Bauch des m. biventer vom Facialis versorgt, ein Ast des Quintus, des Nerven des Kieferbogens, ist dagegen dem Muskel des Hammers zugeteilt.

Demnach stammt der Steigbügel wahrscheinlich von dem 2. Visceralbogen ab, eine Annahme, die der objektive Befund an den beiden Kaninchen-Embryonen bestätigt. Die Hyoidbogen-Anlage geht kontinuierlich in die Bildungs-Masse des Stapes-Rings über. Wenn der Zellenstrang des Hyoidbogens kurz vor seinem Uebergang in die Stapes-Anlage etwas dürftiger ausgebildet ist, so lässt dies auf ein Zurückbleiben in der Entwickelung, ja vielleicht auch schon auf einen regressiven Vorgang schliessen, der bis zu dem nächsten oben beschriebenen menschlichen Embryo bereits so weit vorgeschritten ist, dass Hyoidbogen- und Stapes-Anlage eine ganze Strecke von einander entfernt liegen. Zu erwähnen ist hier der Befund Gradenigos an einem Katzen-Embryo von 2 cm St. Sch. L., der ein Stadium darstellt, der etwas älter als der 2. Kaninchen- und jünger als der zunächst beschriebene menschliche Embryo ist. Hier ist der distale Teil der Hyoidbogen-Anlage bereits knorpelig geworden, während der dem Stapes zunächst liegende Teil noch aus Bildungsmasse besteht. Wir ersehen daraus, dass für das Studium in der Frage nach der Entstehung der Gehörknöchelchen nur ganz frühe Stadien sich eignen. Wenn Dreyfuss behauptet, die Stapes-Anlage ist durch die koncentrische Schichtung ihrer Zellen von beiden Kiemenbögen „wohl zu trennen, also vorderhand als unabhängige Bildung zu betrachten", so steht dem gegenüber der Befund an den beiden oben beschriebenen Kaninchen-Embryonen, in denen die Bildungsmasse

der Hyoidbogenanlage direkt in diejenige des Stapes-Rings übergeht; anderseits ist es dabei ganz erklärlich, dass die von einem Gefäss durchzogene Zellen-Gruppe koncentrische Schichtung zeigt im Gegensatz zu den längsgerichteten Zellen der strangförmigen Hyoidbogen-Anlage.

Der Ansicht, den Stapes vom 2. Kiemenbogen herzuleiten, stehen die Befunde Parkers und Grubers gegenüber. Parker bringt in seinen Untersuchungen an einer grösseren Reihe von Schwein-Embryonen die Entstehung des Stapes mit der Bildung des foramen ovale in innige Beziehung: „Die fenestra ovalis entsteht in dem an die Paukenhöhle angrenzenden Teile der Kapsel entweder durch Spaltung des Knorpels oder aber dadurch, dass sich ein kleines Segment, der Stapes, davon abhebt, der dann in dem Loch, aus welchem er ausgeschnitten wurde, sitzen bleibt. In anderen Fällen bildet sich der Stapes durch Verknorpelung des Gewebes in der membranösen fenestra.“ das jüngste Jedoch ist von Parker untersuchte Stadium ein Schwein-Embryo von 1,8 cm, in dem die Visceralbogen schon kräftige Knorpelstränge sind, und am Hammer das Manubrium gebildet ist. Es ist bereits nachgewiesen, dass so weit vorgeschrittene Stadien keinen Schluss mehr in dieser Frage gestatten.

Gruber geht in seinen Untersuchungen „an einer grossen Zahl der verschiedensten Embryonen in den differentesten Entwickelungsstadien“ zunächst von der Entstehung des Stapes aus. Niemals habe er die lamina stapedialis derart von der Labyrinthwand getrennt vorgefunden, dass man eine spätere Vereinigung derselben mit der Labyrinthwand hätte annehmen können. Auch sei das Gelenk zwischen Stapes und Amboss weit eher deutlich erkennbar, als eine Grenze zwischen Stapes und Labyrinthwand auch nur andeutungsweise wahrzunehmen sei. Er betrachtet darum „als Hauptergebnis seiner Untersuchungen die Thatsache, dass der Steigbügel ganz entgegengesetzt der Ansicht Reicherts und seiner Anhänger nicht aus dem knorpeligen Visceralstreifen des zweiten Visceralbogens, sondern aus dem Kopfwirbel u. z. aus der Bildungsmasse entsteht, aus welcher sich die Laby-

rinthkapsel entwickelt.“ Demgegenüber äussert sich Koellicker: „Bei Kaninchen derselben Grösse, wie diejenigen, die Gruber untersuchte, und bei noch etwas jüngeren fand ich den Steigbügel schon deutlich vom knorpeligen Labyrinthe abgegrenzt, und habe ich überhaupt bisher kein Stadium gefunden, in dem Labyrinth und Steigbügel im Knorpelzustande eins gewesen wären.

Da Gruber zum Beweis für seine Ansicht des Näheren einen menschlichen Embryo vom 2. Monat beschreibt, und der von mir untersuchte etwa von gleichem Alter ist, sei es gestattet, darauf näher einzugehen. In Figur 4 giebt er einen Frontalschnitt durch das Gehör-Organ desselben. Hammer, Amboss und Steigbügel sind zugleich getroffen; da der Hammer vor dem Amboss und Steigbügel gelegen ist, kann der Schnitt nur durch die hintere Partie des Hammerkopfes geführt sein. Es fällt zunächst auf, dass der Hammer lateral und medial der Amboss zu liegen kommt. In sämtlichen von mir daraufhin untersuchten Schnitten des menschlichen Embryos ist das Verhältnis ein umgekehrtes. Der Vergleich mit der ebenfalls frontalen Schnitt-Reihe des 2. menschlichen Embryos und dem daraus gewonnenen Modell sichern die Richtigkeit dieses Befundes. Der Hammer liegt vor dem Amboss. Dieser sendet einen mächtigen lateralen Gelenkfortsatz nach vorn, der in seiner ganzen Ausdehnung mit dem Hammerkopf artikuliert. Der mediane Gelenkfortsatz ist hier noch nicht gebildet. Es ist also in einem Frontalschnitt gar nicht möglich, dass der Hammer lateral vom Amboss zu liegen kommt. Median vom Amboss ist mit K ein kleiner kompakter Knorpel gezeichnet, als Köpfchen des Steigbügels; an diesen grenzt median „ein zapfenförmiges Knorpelgebilde, seine Schenkel formen sich erst später durch einen Resorptionsprocess.“ In den beiden Kaninchen-Embryonen ist bereits der Stapes ringförmig angelegt, und in dem jüngeren menschlichen konnten wir den vorderen und hinteren Stapes-Schenkel deutlich erkennen. Dieses zapfenförmige Gebilde stellt wahrscheinlich den vorderen horizontal gelegenen Stapes-Schenkel dar, während das mit K

bezeichnete Knorpelstück vielleicht das Ende des langen Ambossfortsatzes bedeutet.

Weder Parkers noch Grübers Untersuchungen können darum als Beweis für den labyrinthären Ursprung des Stapes dienen, und doch sprechen nach der Ansicht vieler Autoren die Ergebnisse der vergleichenden Anatomie wesentlich dafür, dass die Stapes-Entwickelung in Beziehung zur Labyrinthwand steht. War ja auch Huxley vornehmlich darum von der Reichertschen Lehre bezüglich des visceralen Ursprungs des Stapes abgekommen, weil vergleichend anatomische Forschungen ihn zur Annahme führten, dass der Stapes sich aus der Labyrinthwand entwickeln muss. Es ist nicht meine Absicht, mich hierüber des Weiteren zu verbreiten, ich will nur die beiden einander widerstrebenden Ansichten kurz erwähnen. Reichert hatte nämlich das Operculum als eine von den Kiemenbögen unabhängige Bildung gefunden, während er bei den höheren Wirbeltieren die viscerale Entstehungsweise derselben annahm.

Demgegenüber wiesen Günther und Huxley bei Hatteria einen direkten Zusammenhang des Hyoidbogens mit der Columella nach. Columella bez. Stapes der höheren Tiere konnten darum nicht mehr als homologe Gebilde betrachtet werden, und Stöhr glaubt, in der Vereinigung beider Ansichten das Richtige gefunden zu haben. Die Columella besteht nach seinen Untersuchungen aus zwei genetischen verschiedenen Teilen, aus dem Operculum, einer in der fenestra liegenden Platte, und „einem verschieden geformten teils knorpeligen, teils knöchernen Theil, welcher das dorsale Ende des 2. Visceralbogens darstellt.“

Demgegenüber ist jedoch die Möglichkeit zu erwägen, dass die beiden Teile, aus denen sich die Columella entwickelt, ursprünglich der Anlage des Hyoidbogens angehören, und sich in einem frühen Stadium abgeschnürt haben.

Die Ergebnisse der vergleichenden Anatomie berechtigen also vorläufig noch nicht die Annahme eines labyrinthären Ursprungs der lamina stapedialis beim Menschen.

v. Noorden kann zwar an den von ihm untersuchten

menschlichen Embryonen aus der His'schen Sammlung den labyrinthären Ursprung des Stapes nicht nachweisen. Trotzdem neigt er der Ansicht zu, „dass der Stapes eine doppelte Anlage hat, eine intra- und eine extramurane inbezug auf den Gehörblasenknorpel."

Die doppelte Entstehungsweise, die v. Noorden für wahrscheinlich hält, sucht Gradenigo an einem reichlichen ihm zur Verfügung stehenden Material an Katzen-, Kaninchen- und menschlichen Embryonen nachzuweisen, und findet in diesem embryologischen Befund eine überaus wichtige Uebereinstimmung mit den Resultaten der vergleichend anatomischen Forschungen.

Führten auch die oben beschriebenen Untersuchungen bezüglich der Entstehung des Stapes aus dem Hyoidbogen zu demselben Ergebnis, so glaube ich doch in anderen Punkten der vorzüglichen Arbeit Gradenigos entgegentreten zu müssen. Es wird zweckmässig sein, die übereinstimmenden und abweichenden Befunde einander gegenüberzustellen, und auch die Ansichten anderer hier beizufügen, soweit sie noch nicht genügend berücksichtigt worden sind.

In den beiden oben beschriebenen Kaninchen-Embryonen liegt die Anlage des Stapes-Ringes mit einem Segment in der Labyrinthwand. Bei schwacher Vergrösserung hebt sich die durch dichtes Aneinanderliegen wie intensive Färbung charakterisierte Zellengruppe von der Umgebung ab, bei starker Vergrösserung ist jedoch keine scharfe Grenze zwischen den Zellen des Segments und der Labyrinthwand nachweisbar. Der Uebergang ist ein allmählicher, und histiologisch besteht keine Differenz zwischen dieser Zellengruppe und den übrigen Teilen der Stapes und Hyoidbogen-Anlage.

Gradenigo findet an einer frontalen und horizontalen Schnitt-Reihe von einem 15 mm l. Katzen-Embryo den Stapes-Ring als das proximale Ende der Hyoidbogen-Anlage, mit der Labyrinthwand in Berührung. Nach Dreyfuss besteht dagegen nicht allein zwischen Stapes-Anlage und Labyrinthwand, sondern auch zwischen Stapes- und Hyoidbogen-Anlage eine scharfe Grenze, so dass er weder

einen visceralen noch labyrinthären Ursprung des Stapes beweisen kann und die Begründung der doppelten Entstehungsweise des Stapes in das Gebiet der vergleichenden Anatomie verweist.

Allerdings sind einige Schnitte sehr geeignet, diesen Eindruck hervorzurufen. Auf Schnitt 2 d. Objectt. 25 vom 2. Kaninchen-Embryo ist das Stapessegment durch den Facialis von der Labyrinthwand und von der Bildungsmasse des Hyoidbogens durch indifferentes Gewebe getrennt. Auf den beiden vorangehenden Schnitten jedoch wird der Zusammenhang zwischen Stapes- und Hyoidbogen-Anlage wieder hergestellt, während auf dem nächstfolgenden Schnitt der untere Stapes-Halbbogen mit einem Teile in der Labyrinthwand zu liegen kommt.

Nach Gradenigos und meinen Befunden hängt also die Bildungsmasse der Stapes-Anlage kontinuierlich mit derjenigen des Hyoidbogens zusammen, anderseits steht sie in diesem Stadium mit der Labyrinthwand in inniger Beziehung. Nach Gradenigo berührt sie die Labyrinthwand, nach meinen Befunden liegt sie mit einem Segment in der Labyrinthwand ohne scharf erkennbare Grenze.

Diesen Befund halte ich für beweisend für die Entstehungsweise des Stapes aus der ersten Anlage des Hyoidbogens, dagegen bin ich nicht der Ansicht, dass der labyrinthäre Ursprung desselben mit Sicherheit zu erkennen ist. Allerdings ist hier zum ersten Mal gezeigt worden, dass der Stapes-Ring in seiner ersten Anlage mit einem Segment in der weichen Masse um das Labyrinth liegt. Er hebt sich wohl bei schwacher Vergrösserung durch stärkere Färbung und dichteres Aneinanderliegen der Zellen von der Umgebung ab, indes ist bei starker Vergrösserung keine scharfe Grenze erkennbar. Trotzdem ist die Möglichkeit zu erwägen, dass die Stapes-Anlage sich in das weiche Gewebe um das zellige Labyrinth eingesenkt hat und daselbst wie in einer Gelenkpfanne später zu liegen kommt, dass also auch dieses Segment ursprünglich der Hyoidbogen-Anlage angehört, welche dieselbe Struktur und Intensität der Färbung zeigt. Keinesfalls aber kann der labyrinthäre Ursprung des lamin. staped., wie Gradenigo

es thut, an menschlichen Embryonen von 4 und $4^1/_2$, ja selbst 8 cm St. Sch. L. nachgewiesen werden. Behauptet ja auch Köllicker, dass er nie ein Stadium gefunden, „in dem Labyrinth und Stapes im Knorpelzustande eins gewesen wären", während er die Möglichkeit dieses Nachweises „in der ersten weichen Anlage" zugiebt.

In Fig. 10 zeichnet Gradenigo den Frontalschnitt durch das Gehör-Organ eines menschlichen Embryos von 4 cm St. Sch. L. Der hintere Stapes-Schenkel ist getroffen; eine mit a gezeichnete Furche stellt die Differenzierung der oberen Peripherie der lamina stapedialis dar, während von einer unteren Grenzlinie noch nichts angedeutet ist. Bei starker Vergrösserung in Figur 11 ist der Stapes-Ring deutlich durch eine Perichondriumschicht von dem angrenzenden Teile der Labyrinthwand geschieden. Dieser besteht aus grossen, schwach gefärbten Zellen, anscheinend ohne Intercellularsubstanz, während der Stapes-Ring die Struktur des reifen Knorpels zeigt.

Wie Gradenigo selbst erwähnt, haben bei 4 cm l. menschlichen Embryonen die Gehörknöchelchen bereits annähernd die Form wie beim Erwachsenen angenommen. Es ist darum ein Vergleich des jüngeren menschlichen Embryos der frontalen Schnitt-Reihe mit derjenigen des älteren und dem daraus gewonnenen Modell wohl angebracht. In beiden Embryonen stellt die lamina stapedialis einen Knorpelstab dar, der die beiden Fussenden der horizontal gelegenen Stapes-Schenkel mit einander verbindet. Die lamina stapedialis steht also nicht wie in Fig. 10 Gradenigos senkrecht zu der Horizontal-Ebene durch die Stapes-Schenkel, sondern liegt in derselben. Der mit la St bezeichnete Teil der Labyrinthwand stellt also nicht die spätere lamina stapedialis dar, aus ihm entwickelt sich vielmehr die spätere membr. annul. bas. st. Bei dem jüngeren menschlichen Embryo besteht dieser Teil aus Bildungsmasse, bei dem älteren stellt das zu beiden Seiten der lam. staped. liegende Gewebe Vorknorpel dar, während das dahinter liegende bereits bindegewebigen Charakter angenommen hat.

Das bestätigt die Angabe Dreifuss', dass die Bildungs-

masse an der dem for. ovale entsprechenden Stelle der Labyrinthwand beim Menschen, wie er es nennt, erst jungknorpeliges Gewebe wird, um sich dann in Bindegewebe umzuwandeln.

Fassen wir nun das Gesagte kurz zusammen: Die Anlagen der knorpeligen Kiemenbogen eilen in der Entwickelung der Labyrinthkapsel voraus; diese ist noch als weiches Gewebe angelegt, während die beiden Kiemenbogen als deutliche Stränge zu erkennen sind. Der Mandibularbogen ist vorknorpelig, die Hyoidbogen-Anlage zeigt dagegen die Struktur von Bildungsmasse. Hammer und Amboss stellen ein zusammenhängendes Gebilde dar, ehe sie knorpelig geworden sind. Dagegen sind sie vollständig durch ein Gelenk getrennt, sobald sie Knorpel-Struktur zeigen. Die Trennung findet zunächst statt durch Auftreten einer Zwischenscheibe. Diese wird allmählich immer kleiner, bis sie bei einem menschlichen Embryo von $3^1/_2$ cm nur in der oberen Hälfte des Gelenkes zwischen Hammerkopf und lateralen Gelenkfortsatz des Ambosses in geringer Ausdehnung vorhanden, bei einem 42 mm l. m. Embryo gänzlich geschwunden ist. Von da an trennt sie ein einfaches Gelenk. Die Bildungsmasse des Hyoidbogens hängt kontinuierlich mit der ersten Anlage des Stapes-Rings zusammen. Der beide verbindende Zellenstreifen nimmt bald einen regressiven Charakter an. Bei dem $3^1/_2$ cm l. menschlichen Embryo ist derselbe vollkommen geschwunden. Der labyrinthäre Ursprung der lamina stapedialis ist bisher weder durch die Ergebnisse der vergleichenden Anatomie noch durch Befunde an Säugetier- und menschlichen Embryonen erwiesen. Der aus Bildungsmasse bestehende Stapes-Ring liegt mit einem Segment in der Labyrinthwand. Dieses Segment wird zum Knorpel, während der dahinter liegende Teil,

der dem for. ovale entspricht, wie derjenige Abschnitt der Labyrinthkapsel, aus dem sich das for. rot. bildet, die Struktur von Bildungsmasse zeigt. Weiterhin entwickelt sich das hinter der lamina stapedialis gelegene Gewebe bis zum Vorknorpel, um sich dann in Bindegewebe umzuwandeln. Bei dem m. Embryo von 7 cm St. Sch. L. ist der proc. folianus als Belegknochen angelegt, mit dem Hammer noch nicht verwachsen. Das os lenticulare ist noch nicht gebildet.

Ich erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich Herrn Prof. Dr. Hertwig für die freundliche Ueberlassung des Materials und für die gütige Unterstützung und Durchsicht meiner Arbeit an dieser Stelle meinen ergebensten Dank ausspreche.

Litteratur.

1. **Meckel J. Fr.,** Handbuch der menschlichen Anatomie Bd. 4. 1820.
2. **Rathke,** Meckel's Archiv 1827. S. 556.
3. **v. Baër,** Meckel's Archiv 1827. S. 556—558.
4. — de ovi mammal. et hom. genesi 1827.
5. **Burdach,** de foetu humano adnot. anatomicae 1828.
6. **Huschke,** Beiträge zur Physiologie und Naturgeschichte Bd. I Weimar 1824.
7. **Rathke,** Anatomisch—physiolog. Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein. Riga u. Dorpat 1832.
8. **C. Reichert,** Ueber die Visceralbogen der Wirbelthiere im Allgemeinen und deren Metamorphose bei den Vögeln u. Säugetieren. Archiv für Anatomie u. Physiologie 1837.
9. **Valentin,** Handbuch der Entwickelungsgesch. Berlin 1835.
10. **Valentin,** Lehrbuch der Physiologie des Menschen.
11. **F. Günther,** Beobachtungen über die Entwickelung des Gehörorgans. Leipzig 1842.
12. **Magitot et Robin,** Annales des sciences naturelles. Partie Zoologie, Paris 1862.

13. **Huxley,** The anatomy of vertebrated animals, London 1871; deutsche Uebersetzung von Ratzel. Breslau 1873.
14. **A. Semmer,** 1872 Untersuchungen über d. Entwickelung des Meckelschen Knorpels. Dissertation Dorpat 1872.
15. **W. K. Parker u. Bettany,** Die Morphologie des Schädels. Deutsche Ausgabe von Vetter 1879.
16. **Gruber,** Mitteilungen a. d. embryol. Inst. Wien 1877 H. 2.
17. **Loewe u. Rüdinger,** Amtlicher Bericht der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in München 1877 S. 336.
18. **A. v. Köllicker,** Entwickelungsgeschichte 1879.
19. **W. Salensky,** Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der knorpeligen Gehörknöchelchen bei Säugetieren. Morphol. Jahrb. Bd. VI. 1880.
20. **Fraser,** On the development of the ossic. aud. in the higher mammalia. Proceed. of the royal soc. of London. Vol. 33. 1882.
21. **W. v. Noorden,** Beiträge zur Anatomie der knorpeligen Schädelbasis menschl. Embr. Arch. f. Ant. u. Phys. 1887.
22. **G. Gravenigo,** Die embryonale Anlage des Mittelohrs etc. Mittheil. a. d. embryol. Institut der Universität in Wien 1887.
23. **Karl Rabl,** Über das Gebiet des nervus facialis. Anat. Anzeiger. II. Jahrgang 1887.
24. **Urbantschisch,** Beobachtungen über die Bildung des H. A. Gelenks. Mitth. a. d. embryol. Inst. Wien 1878. II. Heft.
25. **Ph. Stöhr,** Zur Entwickelungsgeschichte des urodelenSchädels. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie von v. Siebold u. Köllicker Bd. 33. 1880.
26. **Baumgarten,** Beiträge zur Entwickelungsg. der Gehörkn. Arch. f. mikr. Anat. Berlin 1893.
27. **Dreyfuss,** Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Mittelohres u. d. Trommelfells d. Menschen u. d. Säuget. Morphol. Arbeiten zweiter Bd. 1893.

Thesen.

I.

Der viscerale Ursprung der Bogen des Steigbügels ist sicher nachgewiesen, die Herkunft der lamina stapedialis aus der Labyrinthwand ist zweifelhaft.

II.

Die mikroskopische Diagnose, es ist keine Cholera, lässt sich nur stellen, wenn in den Faeces unmittelbar nach der Entleerung oder in den gleichzeitig angelegten Culturen sich keine Cholerabacillen zeigen.

III.

Blutstillung bei Placenta praevia durch Injection von heissem Wasser oder durch Tamponade mit Jodoformgaze ist contraindiciert.

Lebenslauf.

Geboren bin ich, Markus Zondek, Sohn des Kaufmanns S. Zondek, jüd. Konfession, am 30. März 1868 zu Wronke i. P. Ich besuchte daselbst die Elementar- und lateinische Schule. Nach einem $^1/_2$ Jahr langen Aufenthalte auf der Landwirthschaft-Schule in Samter kam ich Oktober 1881 auf das Gymnasium zu Landsberg a. W. und wurde daselbst in die Unter-Tertia aufgenommen. Ostern 1882 bezog ich das Königl. Friedrich-Wilhelms-Gymnasium in Posen, das ich am 9. September 1887 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Ich studierte Medicin in Berlin, Würzburg, Königsberg und Strassburg. Am 16. Juli 1889 bestand ich die ärztliche Vorprüfung, am 15. Juli 1892 das ärztliche Staats-Examen und am 25. Juli 1893 das Examen rigorosum.

Sommer 1888 diente ich beim 9. Infant. Reg. „Wrede“ in Würzburg, vom 1. Dezember 1892 — 1. Juni 1893 beim Eisenbahn-Reg. No. II in Berlin.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren:

v. Bardeleben, Berthold, Du Bois-Reymond, Decker, Fischer, Freund, Fürstner, Glöckner, Günther, Guttmann, Hartmann(†), O. Hertwig, v. Hofmann(†), Jaffé, Jacoby, Laqueur, Lichtheim, Liebreich, Lücke, Mikulicz, Minkowski, Naunyn, Neumann, Olshausen, Petri, v. Recklinghausen, Samuel, Schneider, Schöler, Treitel, R. Virchow, Waldeyer, Winter, Jul. Wolff.

Allen diesen Herren, meinen hochverehrten Lehrern, sage ich meinen ehrerbietigsten Dank.